Caldasia 26(2) 2004: 395-416

ANUROS DEL GRADIENTE ALTITUDINAL DE LA ESTACIÓN EXPERIMETAL Y DEMOSTRATIVA EL RASGÓN (SANTANDER, COLOMBIA)

Anura from an altitudinal gradient at field station El Rasgón (Santander, Colombia)

HENRY A. SUÁREZ-BADILLO
Colección Herpetológica, Escuela de Biología, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. henry_alberto73@hotmail.com

MARTHA PATRICIA RAMÍREZ-PINILLA
Colección Herpetológica, Escuela de Biología, Grupo de estudios en Biodiversidad, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. mpramir@uis.edu.co

RESUMEN

Se caracterizó la fauna de anuros sobre un gradiente altitudinal de 2200 a 3200 m abarcando tres formaciones vegetales, Selva Andina, Bosque Altoandino y Subpáramo, sobre la cordillera Oriental colombiana. Se realizaron 43 sesiones de trabajo entre Agosto de 2000 y Febrero de 2002 aplicando búsqueda libre por inspección visual y transectos. Se registraron doce de las especies conocidas de la zona y una más indescrita que constituye un nuevo registro y se suma a las dos especies indescritas previamente registradas. Las abundancias absolutas fueron diferentes entre las 3 formaciones vegetales y entre las épocas de muestreo. Contrariamente, no hubo diferencias entre el número de individuos obtenidos en los meses secos contrastados con los meses lluviosos. La mayoría de especies e individuos utilizaron el estrato herbáceo y parece no haber un uso diferencial del estrato vertical. *E. prolixodiscus* mostró preferencia por las bromelias como sustrato. Las curvas de acumulación de especies mostraron que el inventario está casi completo en la Selva Andina y está en sus inicios en el Bosque Altoandino y el Subpáramo. Se observó una diversidad â baja entre los sitios evaluados. *Eleutherodactylus anolirex*, *E. prolixodiscus* y *Eleutherodactylus* sp. 1 se distribuyen de forma continua en el gradiente, mientras que *E. douglasi*, *E. lutitus*, *E. merostictus* y *Eleutherodactylus* sp. 3 llegan hasta su parte media. *E. douglasi* y *E. prolixodiscus* aumentaron sus cotas altitudinales superiores (en 350 y 710 m respectivamente). La disminución de la riqueza a lo largo del gradiente (quince, siete y tres especies) es reflejo de una tendencia conocida, acentuada por el submuestreo de las partes media y alta de El Rasgón.

Palabras clave. Anuros, Gradiente altitudinal, Cordillera Oriental colombiana, Selva Andina, Bosque Altoandino, Subpáramo.

ABSTRACT

The fauna of anura from altitudinal range from 2200 to 3200 m at Estación Experimental y Demostrativa El Rasgón (municipio de Piedecuesta, Santander), on the Colombian Cordillera Oriental, was characterized. We carried out 43 work

sessions between August of 2000 and February of 2002 applying visual encounter surveys and transects. We registered twelve of the previously known species in the area and another one undescribed species that constitutes a new record and it is added to the previously recorded two undescribed species. The absolute abundances were different among the 3 vegetal formations and among sampling times. Contrarily, there were no differences in the number of individuals obtained in the dry months and in rainy months. Most species and individuals used the herbaceous stratum and do not show a differential use of the vertical stratum. *E. prolixodiscus* showed preference for bromeliads. The accumulation species curves showed that the inventory is almost complete in the Andean Forest and in their beginnings in the Bosque Altoandino and the Subpáramo. A low ß diversity was observed between the evaluated places. *Eleutherodactylus anolirex*, *E. prolixodiscus* and *Eleutherodactylus* sp. 1 are distributed continuously on the altitudinal range while *E. douglasi*, *E. lutitus*, *E. merostictus* and *Eleutherodactylus* sp. 3 reach its middle zone. *E. douglasi* and *E. prolixodiscus* increased their upper altitudinal limit (in 350 and 710 m respectively). The richness decreases along the range (fifteen, seven and three species) reflecting a well-known trend, accentuated by the subsampling in the middle and high altitudes of El Rasgón.

Key words. Anurans, Altitudinal Range, Colombian Cordillera Oriental, Selva Andina, Bosque Altoandino, Subparamo.

INTRODUCCIÓN

El acopio del conocimiento sobre la diversidad de anfibios en nuestro país se ha desarrollado a partir de los trabajos de Cochran & Goin (1970) y Ruiz-C. *et al*. (1996) con las actualizaciones realizadas por Acosta-Galvis (2000) para todo el territorio nacional y Ardila & Acosta (2000) para la región de vida paramuna y las precisiones realizadas por Lynch & Suárez-Mayorga (2002) para este último. A pesar de este conocimiento, en el territorio nacional se siguen presentando regiones sub – evaluadas, entre las que se cuentan la zonas altas de la región centro–norte de la Cordillera Oriental (Lynch com. pers., Acosta-Galvis 2000).

En general, la riqueza de especies disminuye a lo largo de gradientes que van desde ambientes con condiciones climáticas y físicas moderadas hasta ambientes con condiciones extremas (Navas 1999), esta disminución es común en los anfibios y reptiles que habitan los gradientes altitudinales de los Andes (Duellman 1988; Duellman 1999; Duellman & Trueb 1986; Lynch & Duellman 1980; Navas 1999, 2003; Vaira 2001) y puede presentarse de manera uniforme (Heatwole 1982) o con un pico máximo de riqueza a alturas intermedias (500 – 1900 m) (Heyer 1967; Lynch & Duellman 1997; Suárez-Mayorga 1999), sin embargo tal diversidad es taxa específica y está relacionada con una fisiología termal muy lábil en los anuros que contrasta con una más conservada en los reptiles (Navas 2003).

La Estación Experimetal y Demostrativa El Rasgón cuenta con un listado taxonómico y un monitoreo para los bosques de niebla ubicados su parte baja (2200-2400 m) en el que se registraron catorce especies de cinco géneros y cuatro familias del orden Anura, destacándose la presencia de dos especies no descritas del género *Eleutherodactylus* (Arroyo *et al*. 2003), sin embargo, no se evaluó la fauna anura de alturas superiores. En este trabajo se caracteriza la anurofauna de esta reserva a lo largo de su gradiente altitudinal

(2150 – 3200 m) en relación con tres formaciones vegetales (Selva Andina, Bosque Altoandino y Subpáramo), se registran el microhábitat y el rango altitudinal ocupado por cada especie y se proporciona una clave de identificación para catorce de las quince especies que se encuentran en esta reserva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La Estación Experimental y Demostrativa El Rasgón, propiedad de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) se sitúa sobre el margen occidental de la Cordillera Oriental colombiana, en la vereda Cristales, corregimiento de Sevilla, municipio de Piedecuesta, Santander, entre 7° 2' 29.621'' - 7° 4' 29.73'' Norte y 72° 57' 32.048'' - 72° 59' 41.665'' Oeste, abarcando un gradiente altitudinal que va desde 2150 m hasta 3450 m sobre el nivel del mar y un área planimétrica total de 1088.5 Hectáreas (El muestreo se realizó dentro de las 360.56 hectáreas ubicadas al Norte de la Quebrada «El Rasgón»). La mayor parte de sus terrenos se distribuyen sobre el costado occidental de la parte alta de la microcuenca de la quebrada El Rasgón, la cual forma parte de la subcuenca «Alto Río de Oro». Un carreteable denominado «El Ramal de Sevilla» que comunica la cabecera municipal de Piedecuesta, con el Kilómetro 40 de la vía Bucaramanga – Pamplona, permite el acceso al sitio de estudio. De acuerdo con Oliveros (1999) en la zona se presentan tres formaciones vegetales y se distribuyen sobre el gradiente altitudinal de la siguiente forma: **Selva Andina** (Cuatrecasas 1958) entre 2200 y 2400 m sobre el nivel del mar; **Bosque Altoandino** (Rangel 1995) entre 2450 y 3000 m y **Subpáramo** (Cuatrecasas 1958) entre 3200 y 3450 m. Según el sistema de Holdridge (Holdridge *et al.* 1971), en El Rasgón se presentan dos zonas de vida: Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-Mb), entre 2150 y 3000 metros y Bosque muy húmedo montano (bmh-M), desde 3200 metros hasta 3450 metros sobre el nivel del mar, en los límites con la planicie de Berlín.

Durante los años de muestreo (2000, 2001 y 2002) la precipitación en la parte baja del Rasgón no presentó diferencias significativas con respecto a los registros históricos de la estación climatológica «El Rasgón» (7° 2' 29.621'' Norte, 72° 59' 41.665'' Oeste, 2185 m periodo 1986-2001) $H_{0.05, 2, 36} = 1.280784$, $P = 0.5271$ (figura 1a); por el contrario, en la parte alta sí se evidenciaron diferencias en la precipitación durante los años de muestreo con respecto a los promedios históricos de la estación pluviométrica «El Picacho» (7° 7' Norte, 72° 58' Oeste a 3310 m de altitud, periodo 1986 – 2001) $H_{0.05, 2, 34} = 8.042449$, $P = 0.0179$ (figura 1b), con una disminución de 560 mm en el 2000 y 700 mm en el 2001, adicionalmente en el año 2000, se registró un periodo seco que se prolongó durante seis meses (Febrero - Agosto), fenómeno sin precedentes en los últimos 15 años. Los datos de temperatura solo están disponibles para al parte baja. Este parámetro climático no presenta fluctuaciones significativas a lo largo del año lo que determina una isoterma con un valor medio de 15.02° C, valores máximos de 21.45 °C y mínimos de 8.25 °C.

Sitios de muestreo

Con base en las unidades de vegetación caracterizadas por Oliveros (1999) se seleccionaron ocho lugares que fueron nombrados arbitrariamente y se distribuyeron de la siguiente forma:

En la Selva Andina. (1) ROBLEDAL**.** Bosque de colinas parcialmente intervenido, con signos de recuperación, ubicado a 7° 2' 44.4'' Norte, 72° 59' 22.5'' Oeste y 2260 m. La cobertura del estrato arbustivo alcanza valores entre el 50% y el 74%. Se presenta gran cantidad de hojarasca y abundante

epifitismo representado por bromelias, orquídeas, helechos y aráceas en la base y las partes medias y altas de los árboles; hay gran cantidad de bromelias en el estrato rasante y frecuentemente se encuentran troncos sobre el suelo. Este sitio no es atravesado por cursos de agua ni se presentan charcas permanentes o temporales. (2) TRANSECTO UNO**.** Este transecto fue trazado dentro del sitio (1), por tanto comparten coordenadas, altitud, topografía y vegetación. (3) TRANSECTO CERO**.** 7° 2' 46.8'' Norte, 72° 57.2'' 46.12'' Oeste y 2230 m de altitud. Este transecto fue trazado perpendicularmente a un sendero utilizado en actividades de educación ambiental. Se presenta esencialmente la misma vegetación que en el sitio (1) salvo por la ausencia de bromelias en el estrato rasante. No está atravesado por cursos de agua permanentes y la fuerte pendiente (>60°) no permite la formación de charcas. (4) DRENAJES**.** 7° 2' 52.2'' Norte, 72° 58' 47.8'' Oeste a 2240 m de altitud, abarca algunos drenajes tributarios intermitentes de la Quebrada El Rasgón. El estrato arbustivo es más bien heterogéneo. Abundantes aráceas y helechos en el estrato herbáceo. Gran cantidad de hojarasca y troncos caídos. Epifitismo representado por bromeliáceas, orquídeas y helechos, más frecuente hacia las partes media y alta de los árboles.

En el Bosque Altoandino. (5) FILO MEDIO. A 2700 m de altitud. 7° 3' 44.9'' Norte y 72° 58' 32.8'' Oeste sobre el filo de la montaña. La vegetación se caracteriza por ser abierta y baja. El estrato sub-arbóreo tiene muy poca cobertura (38%). Los estratos arbustivo y herbáceo conforman una maraña muy densa. Estrato rasante dominado por briófitos y líquenes, con una menor abundancia de bromeliáceas. Ausencia de cursos de agua y charcas temporales o permanentes. (6) TRANSECTO DOS. Situado a la misma altura y coordenadas que el sitio (5). Fue trazado de forma paralela al sendero que da acceso a la parte alta de El Rasgón. La vegetación, la topografía y la ausencia de corrientes de agua o charcas, son características compartidas con el Sitio (5).

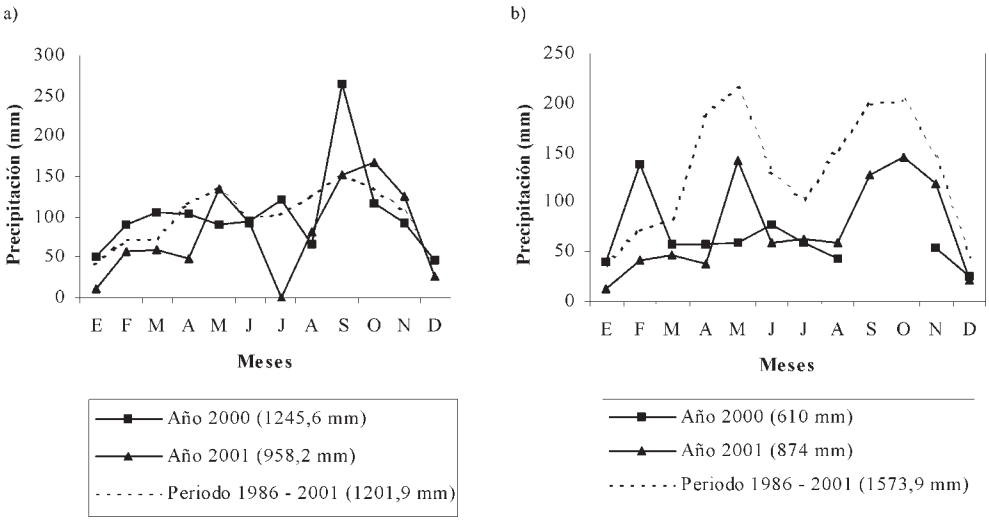

Figura 1. Precipitación en los años de muestreo vs. registros históricos. a) Parte baja y b) Parte alta de la zona de estudio.

En el Subpáramo. (7) FILO ALTO. 7° 4' 16.2'' Norte 72° 57' 52.3'' Oeste, 3200 m de altitud en la parte más alta de El Rasgón. Las pendientes superan los 48°. Gran influencia de vientos, vegetación baja, abierta y dispersa. Estrato arbustivo de poca cobertura (17%), los estratos rasante y herbáceo están dominados por gramíneas. Epifitismo observado a nivel de troncos de arbolitos y arbustos. No hay cursos de agua ni charcas temporales o permanentes. (8) TRANSECTO TRES. Fue trazado dentro del sitio (7), por tanto, las coordenadas y la altitud son aproximadamente las mismas así como la vegetación y la topografía.

Fechas y métodos de muestreo

Se realizaron 6 salidas de campo, entre Agosto de 2000 y Febrero de 2002. Todos los sitios fueron muestreados activamente en horas nocturnas, con capturas manuales y aplicando «Búsqueda libre por inspección visual» (Heyer *et al*. 1994). Los cuatro transectos fueron fijos con dimensiones iguales de 100 m de largo por 2 m de ancho. El esfuerzo de captura (Horas / Hombre) invertido en cada uno de los sitios se muestra en la tabla 1.

Análisis de los datos

Se realizaron pruebas de G para evaluar las abundancias absolutas obtenidas en los meses secos (Agosto y Noviembre de 2000, Febrero de 2002) en contraste con los meses lluviosos (Septiembre de 2000, Mayo y Noviembre de 2001), al igual que para evaluar la abundancia de cada especie durante los meses de muestreo (obviando las diferencias en los esfuerzos de captura entre salidas y entre sitios y tomando en conjunto los datos provenientes de transectos y búsqueda libre). Se aplicó la categorización de Arroyo *et al.* (2003) en la Selva Andina para la determinación de especies abundantes, comunes y raras (tanto en los transectos como en los sitios donde se aplicó búsqueda libre por inspección visual). Para detectar si hubo diferencias en los esfuerzos de captura invertidos en cada formación vegetal, se realizó una prueba de ANOVA (previa evaluación de homogeneidad de varianzas y de normalidad). Como prueba *a posteriori* se aplicó la prueba de Tukey.

En cada formación vegetal se registraron las posiciones verticales (m) desde la porción de suelo más cercana al sitio donde se ubicaba el animal y el tipo de sustrato en los que fueron hallados 151 individuos de las once especies colectadas durante este trabajo. Se realizaron pruebas de G para cada especie con el fin de establecer si hubo uso heterogéneo del estrato vertical y del tipo de sustrato.

Utilizando el programa EstimateS Versión 6.0b1 (Colwell 2000), se construyeron tres curvas de acumulación de especies basadas

Tabla 1. Esfuerzo de captura (Horas / Hombre) invertido en cada uno de los sitios durante las 6 salidas.

FORMACIÓN VEGETAL	SITIO	SALIDA #						
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**TOTAL**
	1	9	9	8.49	12.15	11.4	9.9	**59.94**
Selva Andina	**2**	5.25	4.41	4.05	4.71	3.9	3.75	**26.07**
	3	6	5.25	7.74	**	**	**	**18.99**
	4	9.75	7.8	6.51	9.9	9.51	9.06	**52.53**
	5	8.25	9.51	9.24	9.51	9.09	8.85	**54.45**
Bosque Altoandino	**6**	**	**	**	6.9	5.25	4.05	**16.2**
	7	**	8.79	9.51	10.5	10.05	9.39	**48.24**
Subpáramo	**8**	**	**	**	6.51	5.4	4.74	**16.65**
TOTAL		**38.25**	**44.76**	**45.54**	**60.18**	**54.6**	**49.74**	**293.07**

* Se muestran totales por cada salida y por cada sitio. Las casillas con (**) indican que el sitio no fue visitado.

en datos de incidencia. Con la primera de ellas se evaluó el estado del muestreo a lo largo de todo el gradiente altitudinal. Esta se elaboró con datos de 43 sesiones de trabajo de este estudio y otras 29 sesiones de trabajo realizadas por Arroyo *et al*. (2003). La segunda curva se construyó unificando los registros obtenidos en 11 sesiones de trabajo en el Bosque Altoandino y 10 sesiones de trabajo en el Subpáramo, con ella se evaluó el muestreo en estas dos formaciones vegetales ubicadas en la parte media y alta. Con la tercera curva se evaluó el muestreo realizado en la parte baja (Selva Andina), esta se construyó con registros obtenidos en 21 sesiones de este estudio y otras 29 sesiones realizadas por Arroyo *et al*. (2003). En todos los casos se aplicaron 999 aleatorizaciones, se calculó el estimador de riqueza Chao 2 (Chao 1984, 1987) sin factor de corrección y el estimador de riqueza ICE (Lee & Chao 1994; Chazdon *et al*. 1998).

Se realizó un análisis comparativo con los sitios evaluados a partir de una matriz de incidencia conformada por cinco sitios y las once especies colectadas en este estudio, con base en ella se obtuvo una nueva matriz de similitudes (calculando del índice de Jaccard) y se realizó un análisis de agrupamiento utilizando Ligamiento Promedio no Ponderado UPGMA (Sokal & Michener 1958). En éste análisis, no se incluyeron los sitios seis y ocho debido a que en ellos no se capturaron individuos, y dado que los sitios uno y dos se hallaban dentro de un mismo biotopo fueron fusionados y se denominaron «Robledal». Adicionalmente se realizó el Test de Mantel (Mantel 1967) con el fin de calcular el ajuste entre la Matriz de similitud y el dendrograma obtenido. Para ello se utilizó en programa NTSYS versión 2.01c (Rohlf 1999). Finalmente, se elaboró una clave con catorce de las quince especies de anuros conocidas en el sitio de estudio. Los caracteres morfológicos se evaluaron según Lynch & Duellman (1997); Flores (1985) con las modificaciones propuestas por Lynch & Ruiz-C. (1996); Savage & Heyer (1967), con la revisión realizada por Myers & Duellman (1982). Todas las mediciones fueron hechas con un calibrador de dial (0.02 mm de precisión) y teniendo en cuenta a Lynch & Duellman (1997). El único material de referencia revisado fue aquel depositado en la Colección Herpetológica del Museo de Historia Natural de la UIS. Se excluyó a *Eleutherodactylus* sp. 2 debido a que no se cuenta con una muestra adecuada (en número y tamaño de individuos), lo que imposibilitó la evaluación de la gran mayoría de los caracteres tomados en consideración.

RESULTADOS

Se registraron doce de las catorce especies conocidas de la zona y una más indescrita perteneciente al género *Eleutherodactylus* que se suma a las dos especies indescritas registradas por Arroyo *et al.* (2003) y será nombrada provisionalmente como *Eleutherodactylus* sp. 3, con lo cual la riqueza de la zona se eleva a quince especies (Tabla 2).

Abundancias relativas en las tres formaciones vegetales. Las abundancias relativas se presentaron en cada formación vegetal como se muestra en la tabla 3 .

Abundancia, precipitación vertical y tiempo. No se presentaron diferencias significativas entre el número total de individuos obtenidos en los meses secos (Agosto y Noviembre de 2000, Febrero de 2002) en contraste con los meses lluviosos (Septiembre de 2000, Mayo y Noviembre de 2001) $G_{0.05,1} = 3.776$, $P>0.05$. Tomando la totalidad de los individuos y la totalidad de los sitios se observó que algunas especies mostraron variación en sus abundancias durante los meses de muestreo (Figura 2).

Uso del estrato vertical y del sustrato. Los sitios ubicados en la Selva Andina fueron

tratados como una sola unidad de vegetación con el fin de comparar estas observaciones con aquellas obtenidas en las demás formaciones vegetales. Los resultados se observan en la figura 3a. Para el Bosque Altoandino y en el Subpáramo los resultados se observan en la figura 3b.

Esfuerzo de captura y curvas de acumulación de especies. Los esfuerzos de captura invertidos en cada una de las tres formaciones vegetales fueron significativamente diferentes ($F_{2, 14, 0.05} = 39.044$; $P = 0.000002$), como fue diferente número de sitios evaluados en cada una. El esfuerzo de captura fue mayor en la Selva Andina que en el Bosque Altoandino y el Subpáramo, y fue similar entre estos dos. La curva de acumulación realizada para todo el gradiente insinúa un leve submuestreo (figura 4a). Para las partes media y alta, se observa que el muestreo está apenas en sus etapas iniciales

Tabla 2. Especies de Anuros de El Rasgón.

Familia	Género	Especie
Centrolenidae	*Centrolene*	*Centrolene notostictum* Ruiz-C. & Lynch, 1991*.
Dendrobatidae	*Colostethus*	*Colostethus* sp. gr. *subpunctatus***
Hylidae	*Hyla*	***Hyla callipeza*** Duellman, 1989*
	Gastrotheca	***Gastrotheca nicefori*** Gaige, 1933**
		Eleutherodactylus anolirex Lynch, 1983*
		Eleutherodactylus bicolor Rueda & Lynch, 1983
		Eleutherodactylus douglasi Lynch, 1996*
Leptodactylidae	*Eleutherodactylus*	*Eleutherodactylus jorgevelosai* Lynch, 1994*
		Eleutherodactylus lutitus Lynch, 1984*
		Eleutherodactylus merostictus Lynch, 1984*
		Eleutherodactylus miyatai Lynch, 1984*
		Eleutherodactylus prolixodiscus Lynch, 1978*
		Eleutherodactylus* sp. 1
		Eleutherodactylus sp. 2
		Eleutherodactylus* sp. 3

* Especie colectada en este estudio. ** Especie registrada por su actividad de canto. Los nombres en negrilla, conforman la lista de anuros del Bosque Altoandino y el Subpáramo y a excepción de *Eleutherodactylus* sp. 3 todas ellas se encuentran en la Selva Andina.

Tabla 3. Abundancias relativas de once especies de anuros en las tres formaciones vegetales.

Formación Vegetal	Selva Andina	Bosque Altoandino	Subpáramo
Especie	**Abundancia relativa (%)**	**Abundancia relativa (%)**	**Abundancia relativa (%)**
Centrolene notostictum	0.4	_	_
Eleutherodactylus. anolirex	0.8	40	91.4
E. douglasi	22.7	6.7	_
E. jorgevelosai	1.3	_	_
E. lutitus	0.8	6.7	_
E. merostictus	23.32	6.7	_
E. miyatai	20.2	_	_
E. prolixodiscus	13	33.2	5.7
Eleutherodactylus sp. 1	16.8	_	2.9
Eleutherodactylus sp. 3	_	6.7	_
Hyla callipeza	0.4	_	_

(figura 4b) y por el contrario en la Selva Andina, se aprecia que el inventario está casi completo (figura 4c).

Análisis de similitud de los cinco sitios evaluados. El cálculo del índice de Jaccard entre los pares de sitios posibles, generó la matriz de similitud correspondiente (Tabla 4). Con el análisis de agrupamiento se obtuvo un dendrograma único cuya topología es: (((Robledal, Sitio 3), Sitio 4), (Sitio 5, Sitio 7)). Las distancias de ligamiento obtenidas son: $D_{\text{Robledal—Sitio 3}} = 0.769$; $D_{\text{(Robledal—Sitio 3) —Sitio 4}} = 0.691$; $D_{\text{((Robledal—Sitio 3)—Sitio 4) –(Sitio 5—Sitio 7)}} = 0.329$; $D_{\text{Sitio 5—Sitio 7}} = 0.571$. El test de Mantel dio como resultado un valor de r = 0.840, que indica un buen ajuste entre la matriz de similitud y el dendrograma obtenido con el análisis de agrupamiento.

Rangos de distribución altitudinal. Las distribuciones altitudinales aquí presentadas no corresponden necesariamente a los límites superior o inferior conocidos de las especies, por lo tanto, sólo reflejan la franja altitudinal evaluada en este estudio. El número de especies presentes en cada una de las tres formaciones vegetales es de quince en la Selva Andina, siete en el Bosque Altoandino y tres en el Subpáramo.

Únicamente a *Eleutherodacylus anolirex*, *E. prolixodiscus* y *Eleutherodactylus* sp1 se les observó distribución continua a lo largo de todo el gradiente altitudinal (2200 m – 3200 m) abarcando las tres formaciones vegetales. *E. douglasi*, *E. lutitus* y *E. merostictus*, se distribuyen simultáneamente en la Selva Andina y el Bosque Altoandino abarcando un rango comprendido entre 2000 m y 2750 m. Por su parte, *Eleutherodactylus* sp. 3 sólo fue colectada a 2750 m (en el Bosque Altoandino), sin que esto implique que la especie sea exclusiva de esa altura.
Centrolene notostictum, *Colostethus* sp gr. *subpunctatus*, *Gastrotheca nicefori*, *Hyla callipeza*, *Eleutherodactylus bicolor*, *E. jorgevelosai*, *E. miyatai* y *Eleutherodacylus* sp. 2 sólo se observaron en la Selva Andina entre 2200 y 2400 m (figura 5).

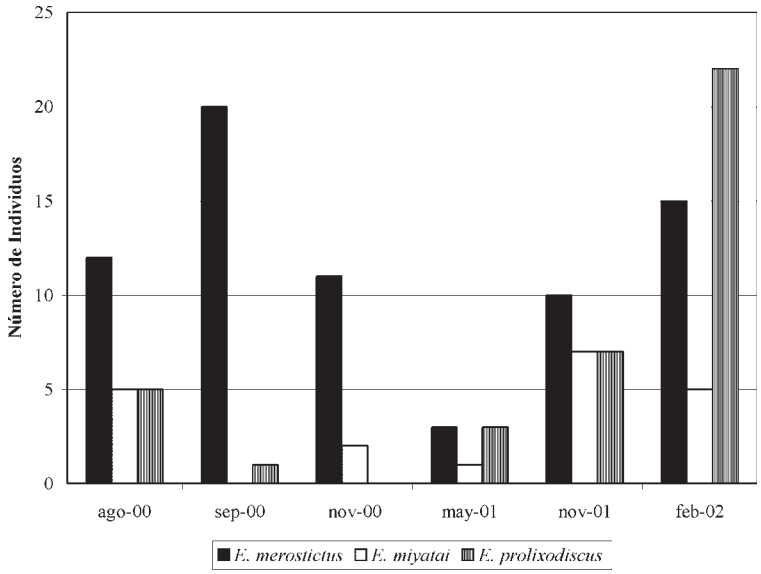

Figura 2. Variación en las abundancias absolutas de tres especies de *Eleutherodactylus* durante el tiempo de muestreo. *E. merostictus*, ($G_{0.05,\,5} = 12.212$, P>0.025). *E. miyatai* ($G_{0.05,\,5} = 25.686$, P<0.001); *E. prolixodiscus* ($\chi^2_{0.05,\,5} = 51.687$, P<0.001).

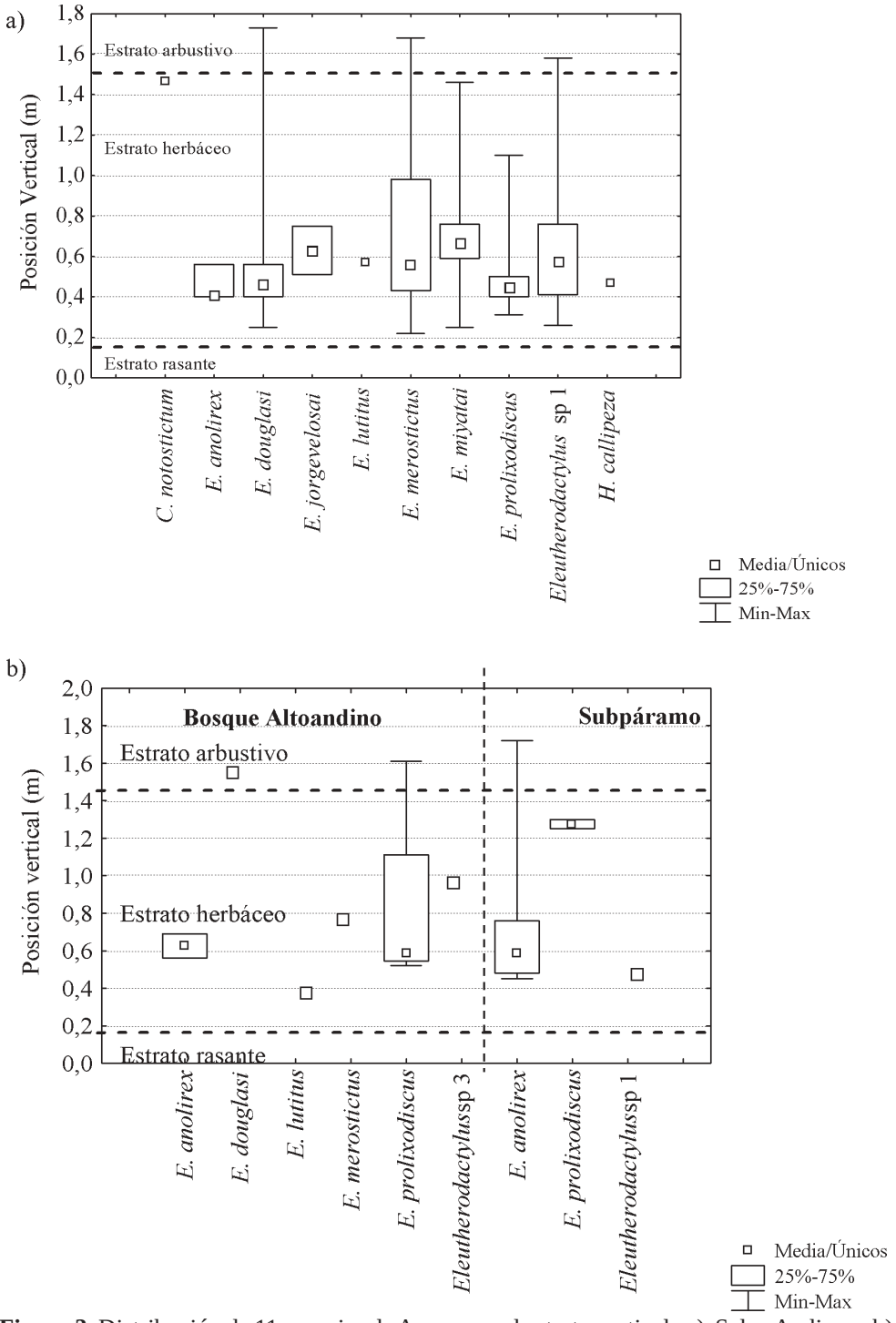

Figura 3. Distribución de 11 especies de Anuros en el estrato vertical. a) Selva Andina y b) Bosque Altoandino y Subpáramo.

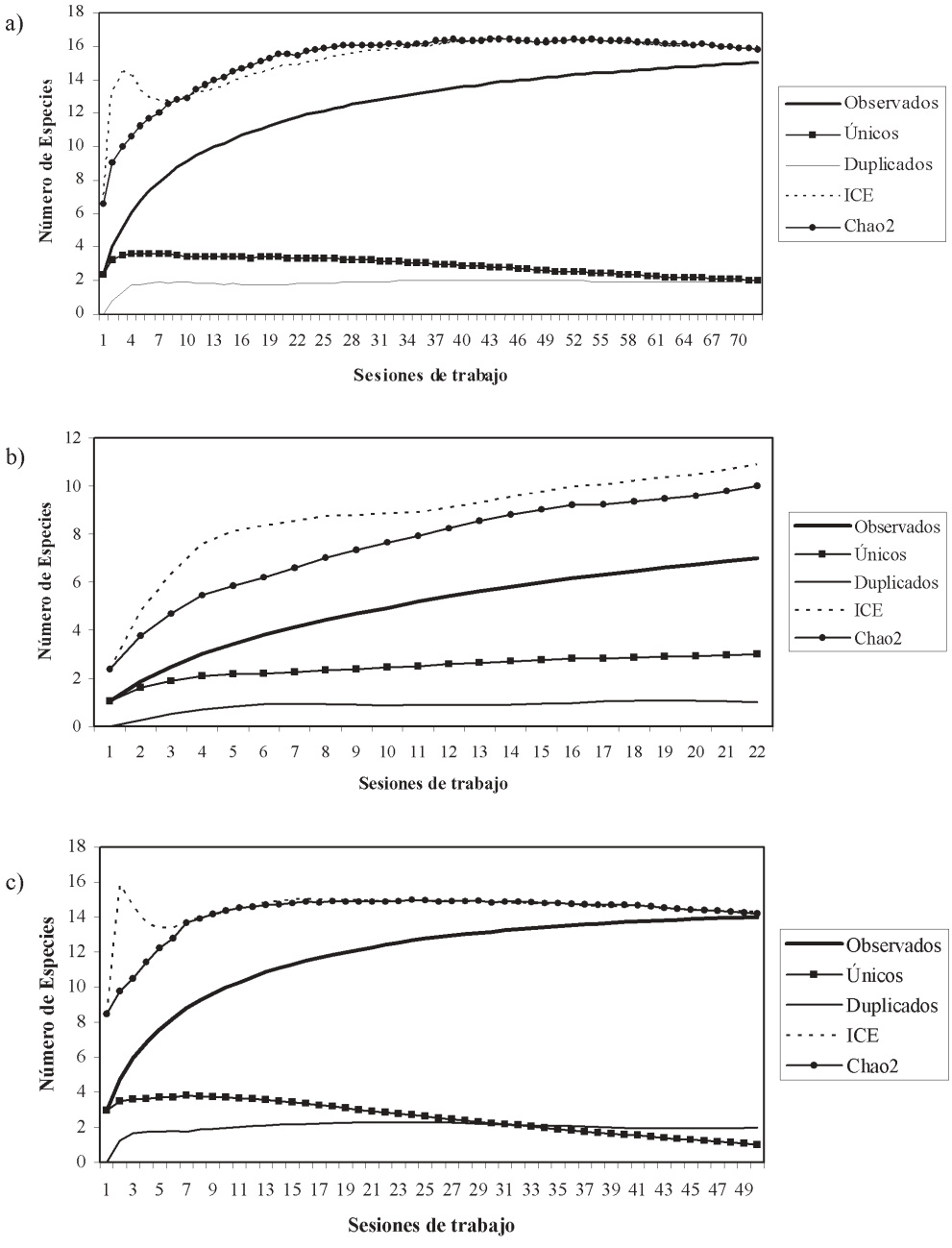

Figura 4. Curvas de acumulación de especies. a) En todo el gradiente, incluyendo datos de colectas previas; b) En el Bosque Altoandino y el Subpáramo y c) En la Selva Andina, con datos de colectas previas.

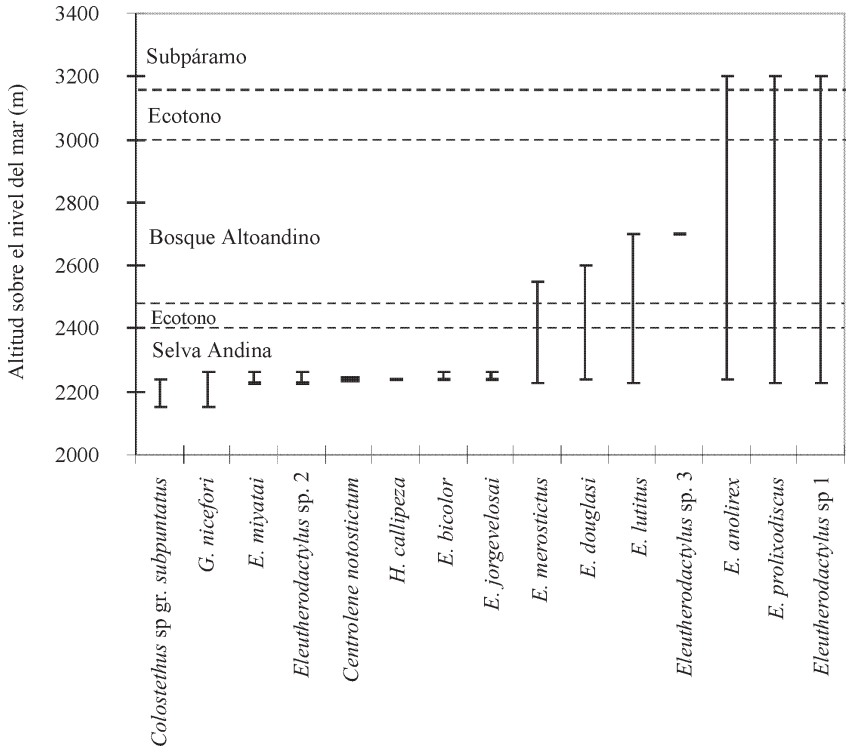

Figura 5. Distribución altitudinal de quince especies de anuros en la Estación Experimental y Demostrativa El Rasgón.

Tabla 4. Valores de similitud de Jaccard, riqueza y número de especies compartidas de cinco sitios evaluados en El Rasgón.

SITIO	RB	S3	S4	S5	S7
Robledal (RB)	**7**	5	5	3	3
Sito 3 (S3)	*0.625*	**6**	5	1	1
Sito 4 (S4)	*0.500*	*0.556*	**8**	1	2
Sitio 5 (S5)	*0.375*	*0.111*	*0.200*	**4**	2
Sitio 7 (S7)	*0.429*	*0.125*	*0.222*	*0.400*	**3**

***** Las abreviaturas en los encabezados de cada, columna corresponden al nombre de los sitios de la primera columna. Los sitios 1 y 2 fueron combinados como «Robledal». Los sitios 6 y 8 no fueron incluidos, debido a la ausencia de capturas en ellos**.** El número de especies de cada sitio, se muestra en negrillas en la celda común; el número de especies compartidas por los diferentes sitios se muestra en la parte superior derecha de la matriz y los coeficientes de similitud biogeográfica, se muestran en itálicas en la parte inferior izquierda de la matriz. Robledal, Sitio 3 y Sitio 4, se ubican el la Selva Andina; Sitio 5 está ubicado en el Bosque Altoandino y Sitio 7 en el Subpáramo.

Clave para los Anuros de El Rasgón. Esta clave solo es aplicable a individuos adultos por consiguiente se recomienda que larvas e individuos juveniles sean examinados por expertos de cada grupo.

1. Con palmeaduras manuales y pediales o solo pediales 2
1'. Sin palmeaduras manuales ni pediales 4
2. Con un par de tubérculos infra – anales de gran tamaño; sin odontóforos ni dientes vomerinos; dorso verde claro con abundantes puntos amarillos en vida; lavanda pálido con puntos blancos a crema en etanol al 70 % ..... *Centrolene notostictum*
2'. Sin tubérculos infra – anales; con odontóforos y dientes vomerinos; dorso crema oscuro o café oscuro en vida, crema claro amarillento o café claro en etanol al 70%.....3

3. Piel de la cabeza adherida el cráneo; sin palmeaduras manuales; sin reborde cutáneo en la región ventral externa del antebrazo; con pliegues dorsolaterales muy engrosados; adultos de gran tamaño (50 – 70 mm); vaina anal presente ..... *Gastrotheca nicefori*

3'. Piel de la cabeza no adherida al cráneo; con palmeaduras manuales; con reborde cutáneo en la región ventral externa del antebrazo; sin pliegues dorsolaterales; adultos de tamaño moderado (28 – 38 mm); vaina anal ausente ..... *Hyla callipeza*

4 (1)**.** Primer dedo manual más largo que el segundo; sin tubérculos supernumerarios palmares; tubérculo palmar de forma circular a oval; ..... *Colostethus* sp gr. *subpunctatus*

4'. Primer dedo manual más corto que el segundo; con tubérculos supernumerarios palmares; tubérculo palmar bífido 5

5. Con tubérculos subcónicos de gran tamaño en los flancos 6

5'. Tubérculos en los flancos muy pequeños o ausentes 7

6. Sin pliegues dorsolaterales; tubérculos supernumerarios palmares abundantes..... ..... *Eleutherodactylus jorgevelosai*

6'. Con pliegues dorsolaterales; tubérculos supernumerarios palmares escasos ....*E. anolirex*

7 (5). Región loreal ampliamente cóncava..... 8

7'. Región loreal levemente cóncava 9

8. Distancia tímpano – ojo menor que el diámetro del tímpano; diámetro del tímpano menor que el diámetro del cojinete del IV dedo manual; superficies ocultas de los muslos con bandas café sobre fondo crema ....*Eleutherodactylus* sp. 1

8'. Distancia tímpano – ojo mayor o igual que el diámetro del tímpano; diámetro del tímpano mayor o igual que el diámetro del cojinete del IV dedo manual; superficies ocultas de los muslos con puntos crema sobre fondo café ..... *E. douglasi*

9 (7). Extremo del primer dedo manual llega a la base de la almohadilla del segundo dedo manual 10

9'. Extremo del primer dedo manual, no llega a la base de la almohadilla del segundo dedo manual 11

10. Discos de los dedos manuales tan largos como anchos; con papila en la punta del rostro; labio superior expandido; dorso verde limón en vida.....*E. prolixodiscus*

10'. Discos de los dedos manuales más anchos que largos; sin papila en la punta del rostro; labio superior no expandido; dorso café claro o crema oscuro en vida ....*Eleutherodactylus* sp. 3

11 (9). Extremo del V dedo pedial, llega o sobrepasa al tubérculo sub-articular distal de IV dedo pedial 12

11'. Extremo del V dedo pedial, no llega al tubérculo subarticular distal del dedo IV pedial.....13

12. Con tubérculos cónicos en el párpado superior; rostro subacuminado en vista dorsal; tímpano y pliegue supratimpánico prominentes .....*E. lutitus*

12'. Sin tubérculos cónicos en el párpado superior; rostro redondeado en vista dorsal; tímpano y pliegue supratimpánico no prominentes ..... *E. miyatai*

13 (11). Canto rostral agudo; pliegue supratimpánico oscurece la parte superior y la parte posterior del tímpano; superficies ocultas de los muslos con puntos pequeños de color crema sobre fondo café ....*E. merostictus*

13'. Canto rostral redondeado; pliegue supratimpánico oscurece solo la parte superior del tímpano; superficies ocultas de los muslos con grandes manchas crema (en hembras) o rojas (en machos) ..... *E. bicolor*

DISCUSIÓN

Composición de especies. Tal como lo habían reseñado Arroyo *et al*. (2003) la fauna anura de El Rasgón está conformada en su mayoría por especies de la Cordillera Oriental de distribuciones geográficas y altitudinales relativamente restringidas. *Centrolene notostictum, Hyla callipeza* y 10 de las 11

especies de *Eleutherodactylus* encontradas son endémicas de la Cordillera Oriental colombiana (Ruiz-C. *et al.* 1996; Acosta-Galvis 2000). *E. prolixodiscus* es conocida en un sector más amplio (Hasta el estado Barinas, Venezuela sobre la cordillera de Mérida, Lynch 2003) y *G. nicefori* es la única especie de amplia distribución geográfica y altitudinal (Myers & Duellman 1982, Ruiz-C. *et al*. 1996, Acosta-Galvis 2000) presente en el sitio de estudio. Estos resultados dada la ubicación geográfica, la topografía y el rango altitudinal evaluado son consecuentes con los patrones biogeográficos planteados por Lynch *et al*. (1997) para los sapos y ranas de Colombia. En la franja altitudinal de la zona de estudio se observó al género *Eleutherodactylus* como el elemento dominante, tanto en número de especies, como en abundancias, tal como lo encontraron Arroyo *et al*. (2003) en la parte baja de El Rasgón y como ha sido observado de forma general en los Andes (Duellman 1993, Duellman & Thomas 1996, Lynch & Duellman, 1997). La presencia de tres especies indescritas del género *Eleutherodactylus* en un área tan pequeña (360.56 hectáreas planas) ratifica los planteamientos de Acosta-Galvis (2000) y Lynch (com. pers.) en el sentido que la región Centro Norte de la Cordillera Oriental se mantiene relativamente desconocida y por tanto requiere ser evaluada con mayor intensidad. Las especies *Cochranella daidalea, Hyla denticulenta* e *H. lynchi* no fueron observadas o colectadas en El Rasgón a pesar de que son parte de la anurofauna de la zona (Ruiz-C. & Ardila-R. 1991; Lynch 1994). Dos factores pueden incidir en la ausencia de estas especies y en la abundancia mínima de otras asociadas a la vegetación sobre quebradas (*Centrolene notostictum , Hyla callipeza*): 1) El reducido número de cuerpos de agua dentro del área de la reserva como lo sugirieran Arroyo *et al*. (2003) y 2) La introducción de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en estos cuerpos de agua; varios autores han referenciado el carácter oportunista de la dieta de estos peces (p. ej. Guillespie 2001 en Australia, Pilliod & Peterson 2001en Estados Unidos) en la cual podrían estar incluidas larvas y sub-adultos de las familias de anuros que utilizan el agua de las quebradas en alguna fase de su vida; sin embargo, estas observaciones deben ser documentadas y cuantificadas.

Abundancia y precipitación. Según Toft (1980), para las poblaciones de anuros de las tierras bajas tropicales, es esperable que durante las temporadas secas el número de individuos disminuya como consecuencia de la disminución en la precipitación, dados los elevados requerimientos de humedad que exhiben las especies de este grupo. Sin embargo en los Andes es posible encontrar que las abundancias absolutas de las especies no varían entre estaciones. Tal es el caso de la parte baja de El Rasgón en donde Arroyo *et al*. (2003) encontraron un comportamiento similar para tres especies de *Eleutherodactylus* (*E. miyatai*, *E. douglasi* y *E. merostictus*). Para el tiempo de muestreo del presente trabajo se observaron unas condiciones climáticas muy drásticas antes y durante el mes de Febrero de 2002, las cuales posiblemente afectaron en gran forma las condiciones de humedad de la hojarasca (aunque este punto particular no fue evaluado); sin embargo fue en este mes cuando se obtuvo el mayor número de individuos en este estudio. Para un bosque de niebla como el presente en El Rasgón, la precipitación horizontal puede incidir en la similitud en las abundancias de algunas especies de ranas entre estaciones; sin embargo, no se cuenta con evidencia directa ni indirecta que relacione los factores microclimáticos dados por la precipitación horizontal y las abundancias de las especies que utilizan la hojarasca como sitios de oviposición, refugio y forrajeo. En este punto, se hace obvia la necesidad de acumular y confrontar evidencia directa con variables como la humedad y la temperatura del

microhábitat junto con las variables climáticas de la zona.

Abundancia durante el tiempo de estudio. Se observó variación en las abundancias de *Eleutherodactylus merostictus, E. miyatai* y *E. prolixodiscus* y por el contrario no se observó variación en las abundancias de *E. anolirex, E. douglasi* y *Eleutherodactylus* sp. 1. Arroyo (2002) observó diferencias en las abundancias de *E. douglasi* durante un año de muestreo y por el contrario observó que *E. merostictus* y *E. miyatai* no presentaron diferencias. Es muy probable que la variación observada entre estudios se deba a las diferencias en los esfuerzos de captura entre salidas y entre sitios; sin embargo es posible que estas diferencias demuestren que las abundancias varían con el tiempo entre años y que no se mantengan en el tiempo, dependiendo de muchos factores que se desconocen. Se requieren monitoreos a largo plazo, con metodologías comparables que permitan recopilar mayor cantidad de datos con el fin de establecer si existe algún patrón de variación en los tamaños poblacionales en el tiempo. Por otra parte, al comparar las abundancias de las especies que mostraron variación a lo largo del tiempo de muestreo del presente trabajo, se aprecia un patrón interesante en cuanto a que las fechas de máxima abundancia, son diferentes para cada especie, es decir, parece no haber un solapamiento en el tiempo, lo cual podría estar reflejando la presencia de picos de máxima actividad. Para las especies que no mostraron variación a lo largo del tiempo (*Eleutherodacylus anolirex, E. douglasi, E. lutitus* y *Eleutherodactylus* sp. 1) parece existir un solapamiento de las abundancias, que reflejaría un solapamiento en las épocas de máxima actividad. No es posible afirmar que estos picos estén relacionados con la actividad reproductiva de las especies, dado que hay mucha distancia entre las colectas, además que en todas ellas se observaron juveniles. Arroyo *et al.* (2003) sugieren reproducción continua para *E. miyatai* y *E. merostictus* y una leve diferenciación temporal en la actividad reproductiva de *E. douglasi*.

Abundancia y sitios de muestreo. Los esfuerzos de captura invertidos en cada una de las formaciones vegetales fueron diferentes y muy probablemente afectaron las abundancias absolutas observadas en cada una de ellas. Sin embargo, pueden existir otras variables relacionadas con la altitud que estén relacionadas con la disminución en las abundancias del Bosque Altoandino y el Subpáramo en El Rasgón. Cuando se consideraron por separado los sitios de la Selva Andina, se presentaron diferencias en las abundancias ($G_{0.05,\ 1}$ = 5.202; P > 0.01), siendo mayor la abundancia obtenida en Drenajes, seguida por transecto 0 y por último, Robledal + Transecto 1. Esto es similar a lo observado por Arroyo *et al.* (2003), quienes encontraron que las abundancias de algunas especies de *Eleutherodactylus* son afectadas notoriamente, por el sitio donde se demarca el transecto o donde se realiza el muestreo, lo cual es una consecuencia de la disponibilidad de microhábitats y presas, determinada por la heterogeneidad espacial y la composición de especies vegetales de cada sitio, tal como lo encontraron Vargas & Bolaños (1999a); Vargas & Bolaños (1999b) y Vargas & Castro (1999) para poblaciones de anfibios y reptiles de la Región de Anchicayá, Pacífico colombiano y Urbina & Londoño (2003) en una comunidad de anfibios y reptiles en la Isla Gorgona, Pacífico Colombiano.

Uso del estrato vertical y el sustrato. En la Selva Andina, el Bosque Altoandino y el Subpáramo los individuos de las diferentes especies de ranas se encuentran principalmente en el estrato herbáceo. Arroyo (2002) encontró estos mismos resultados en la Selva Andina y además no encontró una correlación entre los tamaños corporales y

las posiciones verticales de las especies (al contrario de lo sugerido por Miyamoto 1982) así como tampoco encontró una explicación histórica (filogenética) a estas observaciones. El mayor uso de las «hojas con área e» 16.3cm^{2}" (equivalente a la categoría «hojas» de Arroyo 2002) en la Selva Andina, es similar a la observada por Arroyo (2002). Sin embargo, dada la composición vegetal de los sitios evaluados en aquel estudio, no se pudo evidenciar claramente la importancia de las bromelias como un sustrato en el que apareció con una altísima frecuencia *E. prolixodiscus* y en menor escala otras especies como *E. douglasi*, *E. miyatai* y *Eleutherodactylus* sp. 1. En el Bosque Altoandino, se ratifica la importancia que tienen las bromelias como sustrato para *E. prolixodiscus* y aunque los individuos de esta especie fueron más bien escasos en esta formación vegetal, llama la atención su presencia exclusiva en aquel sustrato. En el Subpáramo es relevante que la especie más abundante (*E. anolirex*), es también la que posee el espectro más amplio en uso del sustrato, lo que podría ser consecuencia del bajo número de especies con las que podría presentarse una competencia por este recurso. También llama la atención el hecho de haber hallado nuevamente a *E. prolixodiscus* en bromelias, lo cual sugiere una gran fidelidad de microhábitat para esta especie.

Esfuerzo de captura y curvas de acumulación de especies. Al analizar la curva de acumulación de especies realizada para todo el gradiente altitudinal se hace evidente un leve submuestreo. Los estimadores revelan que con los métodos de captura utilizados todavía queda por lo menos una especie por colectar en el universo (estrato rasante – estrato arbustivo) con los métodos utilizados. ¿Pero en qué sitios se tendrían que continuar las colectas si se quiere conocer el total de especies disponibles en el universo evaluado? Cuando se analizan las curvas de acumulación de las partes media y alta (Bosque Altoandino - Subpáramo) y aquella de la parte baja (Selva Andina) se deduce que para esta última el inventario está más o menos completo, haría falta un poco más de esfuerzo que permita llevar los únicos hasta cero y aumentar el valor de los duplicados, pero por lo demás, se aprecia que en esta zona es muy poco probable que el número de especies aumente con un mayor esfuerzo. Por el contrario para las partes media y alta de El Rasgón es evidente que haría falta cuando menos duplicar el número de sesiones de trabajo aumentando el número de sitios visitados en cada formación vegetal, ya que allí es más probable encontrar aquella especie adicional. La prueba de significancia realizada para evaluar el esfuerzo de muestreo, hacía esperable la situación observada mediante las curvas de acumulación. De cualquier forma, hay que tener presente que aunque los estimados de acumulación se realizaron con unidades de muestreo que no constituyen réplicas en el sentido estricto, se obtuvo sin embargo una buena aproximación al estado de conocimiento de la fauna local.

Comparación de cinco sitios evaluados. La manera como se comportaron los sitios evaluados en el análisis de agrupamiento, dada la presencia o ausencia de las diferentes especies, revela similitudes de tipo fisionómico que conllevan a una similitud en la disponibilidad del recurso espacial entre los sitios Bosque Altoandino y Subpáramo así como se evidencia entre los sitios ubicados en la Selva Andina. Lo encontrado en la Selva Andina es consecuente con las observaciones que condujeron a Oliveros (1999) al establecimiento de las unidades de vegetación en esta área y es similar a lo encontrado por Vargas & Castro (1999) en un estudio realizado en la región de Anchicayá, Pacífico colombiano, quienes notaron que existe mayor similitud entre los sitios ubicados en un mismo biotopo que entre

aquellos ubicados en biotopos diferentes, no obstante, algunos de esos sitios se alejaron un poco de ese patrón, debido a que poseían características ausentes en los demás sitios. Pero para el caso de dos biotopos tan diferentes como el Bosque Altoandino y el Subpáramo, puede que esto sea una consecuencia del reducido número de sitios evaluados en estas formaciones vegetales y de los relativamente bajos esfuerzos de captura invertidos allí, que fueron semejantes entre ellos y diferentes de aquellos invertidos en la Selva Andina.

Distribución altitudinal. La ausencia de cuerpos de agua en los sitios evaluados más allá de 2400 m y el tipo de vegetación tuvieron efectos importantes en la composición de especies observada en el Bosque Altoandino y el Subpáramo, lo que se evidenció con la ocurrencia exclusiva de especies del género *Eleutherodactylus* en las partes media y alta de El Rasgón y la ausencia de especies que dependen de cuerpos de agua para su reproducción, como *Hyla callipeza* y *Centrolene notostictum*, no obstante esta última especie no ha sido encontrada a alturas mayores de 2440 m (Ruiz-C. *et al*.1996, Acosta-Galvis 2000). Once especies de anuros de El Rasgón, fueron halladas dentro de sus límites de distribución altitudinal conocidos *sensu* Ruiz-C. *et al*. (1996) y Acosta-Galvis (2000). Por el contrario, *E. douglasi*, y *E. prolixodiscus* ampliaron sus cotas superiores de distribución altitudinal en 350 m, y 710 m respectivamente. Lo cual ratifica una vez más que las zonas altas de los Andes requieren un mayor esfuerzo de muestreo, ya que no solo el número de especies de estas zonas está relativamente subestimado, sino que en algunos casos, también lo están sus rangos de distribución altitudinal.

Suárez-Mayorga (1999) encontró un máximo de 11 especies en una localidad de la Cordillera Oriental colombiana ubicada a 2190 m de altitud, adicionalmente registró 15 especies en 9 localidades por encima de 2000 m. Si pudiéramos comparar estos resultados con los obtenidos en este estudio, se podría pensar que un área relativamente pequeña como El Rasgón posee una diversidad á muy grande. Pero debido a que no se conoce el esfuerzo de captura empleado por aquel estudio, no se pueden hacer comparaciones más rigurosas ya que la riqueza siempre está influenciada por el esfuerzo de captura y los diferentes métodos, tiempos y sitios evaluados (Coddington 2001).

Otro hecho destacable es que las especies *Eleutherodactylus* sp. 1 y *E. prolixodiscus* son mucho menos comunes a 3200 m en comparación con lo observado por debajo de 2700 m, en contraste *E. anolirex* se muestra más abundante por encima de 2700 m. Estas diferencias en las abundancias absolutas de las especies podrían ser el reflejo de preferencias por las condiciones ambientales de los sitios, relacionadas con la fisiología y la reproducción de las especies, como lo plantea Navas (1999), sin embargo, solo la realización de un estudio ecológico que involucre variables fisiológicas y de la biología reproductiva de estas especies, confrontadas con variables ecológicas, permitirá elucidar de qué forma está estructurada la comunidad a través del gradiente altitudinal y cuales son los factores determinantes de tal estructuración.

La disminución en el número de especies de anuros con el aumento de la altitud observada en El Rasgón, es similar a la observada en esa misma franja altitudinal por Lynch & Duellman (1980), Duellman & Trueb (1986), Duellman (1988, 1999), Navas (1999, 2003) y Vaira (2001) para anfibios de Sudamérica. No obstante, para el caso de El Rasgón es evidente que tal disminución en el número de especies se vio acentuada por el submuestreo del Bosque Altoandino y el Subpáramo, por lo cual no se pueden realizar afirmaciones más rigurosas. Además, no se puede establecer si el tipo de disminución de la riqueza observado en la zona de estudio es uniforme o con picos, debido entre otras cosas a que el rango

altitudinal evaluado no incluye zonas bajas (0 – 500 m) ni intermedias (600 – 1600 m). Sería interesante ampliar este rango altitudinal incluyendo estas franjas con el fin de observar a cuál de los dos modelos de disminución de la riqueza se ajusta esta zona de los Andes. Con los datos de los que se dispone en El Rasgón y dado el submuestreo de las partes media y alta, tampoco podemos establecer si tal disminución de la riqueza está influida por la productividad (Tilman 1982, Rosenzweig & Abramsky 1993, Rosenzweig 1995); el área (Lawton *et al*. 1987, Rahbek 1997, Rosenzweig 1995); o por la relación que existe entre los rangos de distribución altitudinal de las especies y la topografía (Colwell & Hurtt 1994, Colwell & Lees 2000, Stevens 1992, Blackburn & Gaston 1996), por lo cual sería interesante diseñar estudios que permitan hacer inferencias en tal sentido.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo hizo parte del macroproyecto «Los Anfibios de El Rasgón» financiado parcialmente por la Dirección de Investigaciones de la Facultad de Ciencias de la Universidad Industrial de Santander. A John D. Lynch de la Colección Batracológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia por determinar el material de referencia y su permanente apoyo. A Laury Gutiérrez, Lucio Navarro, Jesús Ortega, Guillermo Bustos, Edy Rodríguez, Andrea Esparza, Luis Cortes y Rancés Caicedo por su colaboración en el trabajo de campo. A los pobladores de la Vereda Cristales por su hospitalidad. A la CDMB por permitir el trabajo de campo en la Estación Experimental y Demostrativa El Rasgón y la expedición del permiso de caza y pesca científica.

LITERATURA CITADA

ACOSTA-GALVIS, A. R. 2000. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. Biota Colombiana 1:289-319.

ARDILA, M. C. & A. R. ACOSTA. 2000. Anfibios. P: 617 – 628. En: J. O. Rangel-Ch, (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt-Instituto de Ciencias Naturales, U. Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.

ARROYO, S. 2002. Microhábitat, dieta y horas de actividad en especies del género *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque de niebla de la Cordillera Oriental. Tesis de Pregrado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Industrial de Santander.

ARROYO, S., A. JEREZ & M. P. RAMÍREZ-PINILLA. 2003. Anuros de un bosque de niebla de la cordillera Oriental de Colombia. Caldasia 25: 153-167.

BLACKBURN, T. M. & K. J. GASTON. 1996. Spatial patterns in the geographic range sizes of bird species in the new world. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, 351: 897 – 912.

CHAO, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statictics 11: 265 – 270.

CHAO, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. Biometrics 43: 783 – 791.

CHAZDON, R. L., R. K. COLWELL., J. S. DENSLOW., & M. R.GUARIGUATA. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. p. 285 – 309. En: F. Dallmeier & J. A. Comiskey (Eds). *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies*. Parthenon publishing, Paris.

COCHRAN, D. M., & C. J. GOIN. 1970. Frogs of Colombia. United States National Museum, Bulletin 288:1-655.

CODDINGTON, J. 2001. Estimación de la Biodiversidad desde la escala local a la filogenética. P. 61 – 70. En: P. Muñoz De

Hoyos, (ed). *Memorias. Primer Congreso Colombiano de Zoología – año 2000*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

COLWELL, R. K. 2000. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates

COLWELL, R. K. & G. C. HURTT. 1994. Nonbiological gradients in species richness a spurious Rapoport effect. American Naturalist 144: 570 – 595.

COLWELL, R. K & D. C. LEES. 2000. The mid-domain effect: geometric constrains on the geography of species richness. Trends in Ecology and Evolution 15: 70 – 76.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 21: 221-260.

DUELLMAN, W. E. 1988. Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American tropics. Annals of the Missouri Botanical Garden 75: 79 – 104.

DUELLMAN, W. E. 1993. Amphibian Species of the world: Additions and corrections. Special Publication of the Museum of Natural History of Kansas. 21: 1 – 372.

DUELLMAN, W. E. 1999. Distribution Patterns of Amphibians in South America. P. 255 – 328. En: W.E. Duellman (ed). *Patterns of Distribution of Amphibians. A Global Perspective*. The John Hopkins University Press.

DUELLMAN, W. E. & R.. THOMAS. 1996. Anuran amphibians from a seasonally dry forest in southeastern Peru and comparisons of the anurans among sites in the upper Amazon Basin. Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas 180: 1 - 34.

DUELLMAN, W. E. & L. TRUEB. 1986. *Biology of Amphibians*. Johns Hopkins University Press.

FLORES, G. 1985. A new *Centrolenella* (Anura) from Ecuador, with Comments on Nuptial Pads and Prepollical Spines in *Centrolenella*. Journal of Herpetology 3: 313 – 320.

GILLESPIE, G. R. 2001. The role of introduced trout in the decline of the spotted tree frog (*Litoria spenceri*) in south-eastern Australia. Biological Conservation 100: 187-198.

HEATWOLE, H. 1982. A review of structuring in herpetofaunal assemblages. En: Scott Jr, N. J. (Ed). *Herpetological communities*: A symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologist's League. 1997. Wildlife Research Report 13. U.S. Department of the interior, fish and Wildlife service, Washintong, D:C., USA.

HEYER, W. R. 1967. A herpetofaunal study of an ecological transect through the Cordillera de Tilaran, Costa Rica. Copeia 1967: 259 – 271.

HEYER, M. A., R.W. DONELLY, L.A. MCDIARMID, C. HAYEK & M.S. FOSTER. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity*. Standard Methods for Amphibians. The Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

HOLDRIDGE, L. R. GRENKE, W. C. HATHEWAY, W. H. LIANG, T. TOSI, J. A. 1971. *Forest environments in tropical life zones: A pilot Study*. Pergamon Press. Oxford.

LAWTON, J. H., M.. MACGARVIN., & P. A. HEADS. 1987. Effects of altitude on the abundance and species richness of insect herbivores on bracken. Journal of Animal Ecology. 56: 174 – 160.

LEE, S. M., & CHAO, A. 1994. Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. Biometrics 50: 88 – 97.

LYNCH, J. D. 1994. A new species of frog (Genus *Eleutherodactylus*: Leptodactylidae) from a Cloud Forest in departamento de Santander, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales 72: 205 – 208.

LYNCH, J.D. 2003. New species of frogs (*Eleutherodactylus*: Leptodactylidae) from the Cordillera Oriental of Norte de Santander and Santander, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 27: 449-460.

LYNCH, J. D. & DUELLMAN, W. E. 1980. The *Eleutherodactylus* of the Amazonian slopes of the ecuadorian Andes (Anura: Leptodactylidae). Miscelaneous Publications of the Museum of Natural History University of Kansas 69: 1 – 86.

LYNCH, J. D. & RUIZ-C., P. M. 1996. A remarkable new Centrolenid Frog from Colombia with a review of Nuptial Excresences in the Family. Herpetologica, 4: 525-535.

LYNCH, J. D. & DUELLMAN, W. E. 1997. Frogs of the genus *Eleutherodactylus* in western Ecuador. Systematics, Ecology and Biogeography. Special Publication N° 23 of Natural History Museum, University of Kansas. Lawrence, Kansas.

LYNCH, J. D., RUIZ-C., P. M., & ARDILA-R, M. C. 1997. Biogeographic patterns of colombian frogs and toads. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 21: 237-248.

LYNCH, J. D. & SUÁREZ-MAYORGA, A. 2002. Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. Caldasia, 24: 471 – 480.

MANTEL, N. A. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regresión approach. Cancer Res., 27: 209 – 220.

MIYAMOTO, M. M. 1982. Vertical habitat use by *Eleutherodactylus* frogs (Leptodactylidae) at two Costa rican localities. Biotropica 14: 141 – 144.

MYERS, C. & DUELLMAN, W. E. 1982. A new species of *Hyla* from Cerro Colorado and other tree frog records an geographical notes from western Panama. American Museum Novitates. No. 2752. Nueva York: American Museum of Natural History, p. 1-32.

NAVAS, C.A. 1999. Biodiversidad de anfibios y reptiles en el páramo: Una visión eco-fisiológica. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23: 465 – 474.

NAVAS, C.A. 2003. Herpetological diversity along Andean elevational gradients: links with physiological ecology and evolutionary physiology. Comparative Biochemistry and Physiology Part A 133: 469-485.

OLIVEROS, S. E. 1999. Aspectos de la estructura y la composición florística de la vegetación de la reserva El Rasgón (Piedecuesta, Santander). Tesis de pregrado, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Industrial de Santander.

PILLIOD, D. S. & C. R. PETERSON. 2001. Local and landscape effects of introduced trout on amphibians in historically fishless watersheds. Ecosystems 4: 322-333.

RAHBEK, C. 1997. The relationship among area, elevation and regional species richness in neotropical birds. American Naturalist 149: 875 – 902.

RANGEL-CH., J. O. (Eds). 1995. Colombia, Diversidad biótica I. ICN. MIN. Ambiente, Eds. Guadalupe. Santafé de Bogotá.

ROHLF, F.J. 1999. NTSYS: *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 2.01c*. Department of Ecology and Evolution, State University of New York.

ROSENZWEIG, M. L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University press.

ROSENZWEIG, M. L., & ABRAMSKY, Z. 1993. How are diversity and productivity related? p. 52 – 65. En: Ricklefs, R. & Schluter, D. (Eds), *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. Chicago: University of Chicago Press.

RUIZ-C., P.M. & ARDILA-R, M. C. 1991. Una nueva especie de *Hyla* del grupo *bogotensis* (Amphibia: Anura: Hylidae) de la Cordillera Oriental de Colombia. Caldasia 16: 337-342.

RUIZ-C., P.M.., ARDILA-R. M.C., & LYNCH, J. D. 1996. Lista actualizada de la fauna amphibia de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 20: 365 - 415.

SAVAGE, J. & HEYER, W. R. 1967. Variation and distribution in the tree-frog genus *Phyllomedusa* In Costa Rica, Central America. Beiträge zur Neotropischen Fauna 2: 111 - 131

SOKAL, R. & MICHENER, C.D. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. University of Kansas Scientific Bulletin 38: 1409 – 1438.

STEVENS, G. C. 1992. The latitudinal gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. American Naturalist 140: 893 – 911.

SUÁREZ-MAYORGA, A. 1999. Lista preliminar de la fauna anfibia presente en el transecto La Montañita – Alto de Gabinete, Caquetá, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23: 395 – 405.

TILMAN, D. 1982. Resource competition and community structure. Princenton University press.

TOFT, C. 1980. Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. Oecologia, 45: 131 – 141.

URBINA-C J.N. & M.C. LONDOÑO-M.. 2003. Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y naturales. 27:105-113.

VAIRA, M. 2001. Distribución espacial de una comunidad de anuros de las Yungas andinas de Argentina. Cuadernos en Herpetología 15: 45 – 47.

VARGAS, F. & BOLAÑOS, M. 1999a. Anfibios y reptiles presentes en hábitats perturbados de selva lluviosa tropical en el bajo Anchicayá, Pacífico colombiano. Revista de la Academia colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales 23: 499 – 511.

VARGAS, F. & BOLAÑOS, M.. 1999b. Presencia de reptiles en la región de Anchicayá, Pacífico colombiano, a través de un gradiente de deforestación. Caldasia 21: 235 – 238.

VARGAS, F., & CASTRO, F. 1999. Distribución y preferencia de microhábitat en Anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en Anchicayá, Pacífico colombiano. Caldasia 21: 95 – 109.

Recibido: 19/09/2003
Aceptado: 21/07/2004

ANEXO. Material colectado y material de referencia del Rasgón. (En negrillas, material colectado en esta fase del estudio).

***Centrolene notostictum*:** UIS-A 0407, 0409, 0410, 0412, 0643, 0863, 0701, 0715, 0804, 0863, 0992, 1236.

Colostethus* sp. gr. *subpunctatus: UIS-A 0363, 0368-0375.

Gastrotheca nicefori: UIS-A 0529, 0602, 0732.

Hyla callipeza: UIS-A 0408, 0411, 0802-0804, 0955, 0956, **1439**.

Eleutherodactylus anolirex: UIS-A 0620, 1021, **1166-1168, 1215-1217, 1427, 1455, 1479-1487, 2001-2003, 2005, 2007, 2008, 2010, 2011, 2016, 2152, 2154-2162, 2906, 2910, 2911, 2926**.

E. bicolor: UIS-A 0113-0117.

E. douglasi: UIS-A 0615-0619, 0629, 0633, 0636, 0651, 0655, 0718, 0719, 0720, 0722-0724, 0739, 0749, 0793, 0850, 0853, 0855, 0965, 0984, 1023, 1030, 1041, 1057, **1119, 1162, 1169-1171, 1173, 1176, 1200, 1203-1205, 1218, 1227, 1232, 1233, 1235, 1435-1437, 1440-1443, 1445, 1446, 1451, 1453, 1454, 1458, 1460-1465, 1467, 1470, 1471, 1473, 1474, 1476,**

1477, 1982, 1984, 1985, 1996, 1998, 1999, 2112, 2123, 2127, 2129-2131, 2925.

E. jorgevelosai: UIS-A 0386, **1179, 1197, 1202**.

E. lutitus: UIS-A 0627, 0645, 0796, 0800, 0910, **1418, 1428, 2017**.

E. merostictus: UIS-A 0622, 0642, 0731, 0734, 0759, 0864, 0865, 0900, 0904, 0908, 0915, 0964, 0974, 0980, 0986, 0987, 1016, 1032, 1043, 1054, 1056, **1172, 1180-1183, 1185, 1188-1190, 1192, 1196, 1201, 1222, 1224, 1225, 1228, 1229, 1404-1407, 1411, 1414, 1438, 1444, 1447, 1449, 1450, 1466, 1475, 1986, 1988, 1989, 1991-1993, 1997, 2107-2110, 2113-2115, 2117-2122, 2124, 2125, 2128, 2163, 2167, 2904**.

E. miyatai: UIS-A 0596-0598, 0600, 0604-0609, 0612-0614, 0621, 0623, 0632, 0637, 0641, 0646, 0648, 0650, 0653, 0730, 0735-0738, 0740-0742, 0744, 0745, 0748, 0752, 0753, 0755, 0757, 0758, 0794, 0798, 0799, 0801, 0849, 0851, 0854, 0857, 0859-0862, 0896, 0897, 0901-0903, 0905, 0907, 0909, 0917-0921, 0923-0926, 0929, 0957, 0968-0970, 0972-0974, 0977, 0981, 0982, 0989-0991, 1009, 1011, 1014, 1015, 1017-1020, 1024, 1026, 1031, 1036, 1037, 1040, 1042, 1046-1048, 1053, 1055, **1196, 1206-1213, 1219, 1221, 1234, 1237-1244, 1246, 1415, 1429-1434, 1457, 1459, 2012-2016, 2018, 2024, 2134, 2139, 2144, 2146, 2148, 2151, 2164, 2902, 2929, 2930**.

E. prolixodiscus: UIS-A 0601, 0725, **1159-1161, 1164, 1214, 1456, 2006, 2019, 2132, 2133, 2135-2138, 2140-2143, 2145, 2147, 2149, 2150, 2153, 2913-2923**.

***Eleutherodactylus* sp. 1**: UIS-A 0732, 0797, 0863, 0946, **1165, 1174, 1175, 1177, 1178, 1184, 1186, 1191, 1194, 1195, 1198, 1199, 1220, 1223, 1226, 1230, 1231, 1408-1410, 1412, 1416, 1417, 1419, 1420, 1452, 1468, 1472, 1478, 1948, 1983, 1987, 1994, 2000, 2004, 2111, 2116, 2126, 2165, 2928, 2909, 2912**.

***Eleutherodactylus* sp. 2**: UIS-A 0743, 0822, 0912, 0927, 1008, 1051.

***Eleutherodactylus* sp. 3**: UIS-A **1426**.